

## プラズマディスプレイパネルおよびその製造方法

### Plasma Display Panel and its Manufacturing Method

#### FIELD OF THE INVENTION

本発明は、視認性に優れた薄型表示デバイスとしてテレビジョン受像機等に使用されるＡＣ型で面放電型のプラズマディスプレイパネルとその製造方法に関するものである。

#### BACKGROUND OF THE INVENTION

プラズマディスプレイパネルは、駆動形式としてＡＣ型とＤＣ型があり、放電形式として面放電型と対向放電型の２種類がある。高精細度、大画面化および製造の簡便性などから、現状ではＡＣ型で面放電型のプラズマディスプレイパネルが主流を占めるようになってきている。

プラズマディスプレイパネルは、ガラス基板上に電極や隔壁などとなる各種の凸部を形成して表面板パネルと背面板パネルを製造し、表面板パネルと背面板パネルとを対向させた後、周囲をシールしてその内部に放電ガスとなる不活性ガスを封入している。

以下、一般的なＡＣ型で面放電型のプラズマディスプレイパネルの構成について図１を用いて説明する。図６はＡＣ型面放電プラズマディスプレイパネルの構成斜視図、図７は図６のＡ－Ａ線における断面図、図８は図１のＢ－Ｂ線における断面図である。ガラス基板等の透明な表面側の基板１上には、走査電極２と維持電極３とで対をなすストライプ状の表示電極４が複数対形成され、そして表面側の基板１上の隣り合う表示電極４間には遮光層５が配置形成されている。この走査電極２および維持電極３は、それぞれ透明電極２ａ、３ａとこの透明電極２ａ、３ａに電氣的に接続された銀などの母線２ｂ、３ｂとから構成されている。また、表面側の基板１には、複数対の表示電極４を覆うように誘電体層６が形成され、さらに誘電体層６上には保護膜および２次電子放出膜として働くＭｇＯ膜７が形成されている。これらにより前面パネル２０が形成されている。

また、表面側の基板１に対向配置される背面側の基板８上には、走査電極２および維持電極３よりなる表示電極４と直交する方向に、誘電体層９で覆われた複

数のストライプ状のデータ電極 10 が形成されている。このデータ電極 10 間の誘電体層 9 上には、データ電極 10 と平行にストライプ状の複数の隔壁 11 が配置され、隣接する隔壁 11 間において、隔壁 11 の側面および誘電体層 9 の表面に蛍光体層 12 が設けられている。これらにより背面パネル 30 が形成されている。

前面パネル 20 と背面パネル 30 とは、走査電極 2 および維持電極 3 とデータ電極 10 とが直交するように、微小な放電空間を挟んで対向配置されるとともに、周囲が封止される。放電空間には、ヘリウム、ネオン、アルゴン、キセノンの内の 1 種または混合ガスが放電ガスとして封入されている。放電空間は、隔壁 11 によって複数の区画に仕切ることにより、表示電極 4 とデータ電極 10 との交点

が放電セル 13 を形成している。

複数の放電セル 13 のうち、データ電極 10 によって選択された放電セル 13 において、最初、表示電極 4 とデータ電極 10 との間に書込放電を発生させる。その後、走査電極 2 と維持電極 3 との間で主放電を発生させることによって真空紫外光が発生し、その真空紫外光が蛍光体層 12 に当たって蛍光体層 12 からの可視光に変換され、プラズマディスプレイパネルとしてのディスプレイ表示が行われる。

また、隣接する各放電セル 13 には、赤色、緑色および青色となるように R、G、B の各色の蛍光体層 12 が 1 色ずつ順次配置され、各放電セル 13 間は遮光層 5 によって覆われており、隣接する放電セル 13 から漏洩する光を遮断している。

プラズマディスプレイパネルは、高画質化の要求に対し、高精細度化が進んでいる。高精細のプラズマディスプレイパネルはディスプレイ表示面の単位面積当たりの画素数、すなわち、放電セル 13 の数が増える。したがって、画面サイズが同じであると、1 画素当たりの放電セル 13 の面積が小さくなるため真空紫外光にさらされる蛍光体層の表面積が減少し、パネル輝度が低下する。

一方、パネル輝度を向上させる例として放電セル内に隔壁よりも高さの小さい突起を設け、その突起上にも蛍光体を塗布することで蛍光体表面積を増加させる例や、蛍光体が塗布される隔壁や誘電体層に凹凸を設けて蛍光体層の表面積を増

加させる例が特開2000-77002号公報、特開2001-273854号公報、特開2002-8544号公報に開示されている。

しかしながら、上記のような放電セル内に隔壁よりも高さの小さい突起を設ける例や、隔壁あるいは誘電体層表面に凹凸を設ける方法は、特に高精細の放電セルとなるとこれらの突起、凹凸を形成する形成プロセスが煩雑になる。また、突起や凹凸が放電空間の体積を小さくすることによって放電に悪影響を及ぼすといった課題を有していた。

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、高精細のプラズマディスプレイパネルにおいても、放電空間体積を減少させることなく蛍光体層の表面積を増加させ、輝度を向上させることができるプラズマディスプレイパネルとその製造方法を実現するものである。

#### SUMMARY OF THE INVENTION

本発明のプラズマディスプレイパネルは、放電空間を挟んで対向配置された一対の基板の一方の基板上に、少なくとも電極と、電極を覆って設けられた誘電体層と、誘電体層上に電極と平行して設けられた隔壁と、隔壁の側面と隔壁間の誘電体層上に設けられた蛍光体層とを有し、蛍光体層が、少なくとも放電空間側の表層部において、蛍光体層を形成する蛍光体最大粒子径以上の幅あるいは深さの凹凸部を有している。

この構成によって、放電空間の体積を確保したまま蛍光体層の表層部の表面積を増加させることが可能となり、蛍光体層の有効表面積を広くすることができるので蛍光体層の利用効率および発光効率を向上させ、高精細パネルにおいても高輝度を実現できる。

さらに、凹凸部が $5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ の幅あるいは深さを有しているため、使用される蛍光体粒子に対して表面積を拡大できる最適な凹凸部を形成し、高輝度パネルを実現できる。

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は本発明の実施の形態1におけるプラズマディスプレイパネルの背面パネルへ蛍光体層を形成する工程図である。

図2は本発明の実施の形態1における背面パネルの焼成工程における温度プロファイルを示す図である。

5 図3は本発明の実施の形態1における蛍光体ペーストの構造を模式的に示す図である。

図4は本発明の実施の形態2における各色の蛍光体層の表面積を変えた背面パネルの断面図である。

10 図5は本発明の実施の形態3におけるプラズマディスプレイパネルの背面パネルへ蛍光体層を形成する工程図である。

図6はAC型面放電プラズマディスプレイパネルの構成斜視図である。

図7は図6のA-A線における断面図である。

図8は図6のB-B線における断面図である。

## 15 DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

(実施の形態1)

20 図1は本発明の実施の形態1におけるプラズマディスプレイパネルの背面パネルへ蛍光体層を形成する工程図、図2は背面パネルの焼成工程における温度プロファイルを示す図、図3は蛍光体ペーストの構造を模式的に示す図である。

なお、本発明におけるプラズマディスプレイパネルの全体構成は、図6に示した一般的なAC型で面放電型のプラズマディスプレイパネルと同様であり、背面パネルの蛍光体層の形状が異なるのみである。したがって、同一構成要素については同一参照符号を付している。

25 図1を用いて本発明の実施の形態1における背面パネルへの蛍光体層を形成する工程について説明する。ステップ1は有機バインダ作製工程であり、樹脂成分としてのエチルセルロースと溶媒としての $\alpha$ -ターピネオール( $\alpha$ -TPO)やブチルカービトール(BCA)を加熱溶解させて有機バインダを作製する。ここで、

エチルセルロースを用いて有機バインダを作製する目的は、後の工程で蛍光体ペーストを作製する際に、蛍光体粒子の溶媒への分散性を向上させることを目的としている。なお、本発明では、エチルセルロースの樹脂成分として、エトキシル基含有率の異なる複数の樹脂成分を用いている。エトキシル基含有率の小さい樹脂は水溶性を示すため、 $\alpha$ -ターピネオール、ブチルカルビトールアセテートなどの極性溶媒には溶解せずゲル化する。したがって、ステップ1にて作製された有機バインダは一部にゲル化した数十 $\mu\text{m}$ ～数百 $\mu\text{m}$ の粒状の樹脂を含んでいる。本実施の形態では、エトキシル基含有率が48.0～49.5%のエチルセルロース18%と、エトキシル基含有率が45.0～47.0%のエチルセルロース2%と、 $\alpha$ -ターピネオール60%と、ブチルカルビトールアセテート20%とを加熱しながら溶解させて有機バインダを作製した。なお、エトキシル基含有率が48.0～49.5%のエチルセルロースは極性溶媒にほとんど溶解し、エトキシル基含有率が45.0～47.0%のエチルセルロースは溶解せずゲルを形成しやすくなることが実験的に確認されている。

15    なお、バインダとして、PMAの高分子を、溶媒として、ジエチレングリコール、メチルエーテルなどの有機溶媒を用いることもできる。

次に、ステップ2は上述の有機バインダと赤色、青色、緑色各色の蛍光体粒子とを混練して蛍光体ペーストを作製する工程である。ここで用いられる蛍光体としては、赤色蛍光体としては、 $(\text{Y}, \text{Gd})_{1-x}\text{BO}_3 : \text{Eu}_x$ 、または $\text{Y}_{2-x}\text{O}_3 : \text{Eu}_x$ で表される化合物、緑色蛍光体としては、 $\text{Ba}_{1-x}\text{Al}_{12}\text{O}_{19} : \text{Mn}_x$ 、または $\text{Zn}_{2-x}\text{SiO}_4 : \text{Mn}_x$ で表される化合物、青色蛍光体としては、 $\text{Ba}_{1-x}\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17} : \text{Eu}_x$ 、または $\text{Ba}_{1-x-y}\text{Sr}_y\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17} : \text{Eu}_x$ で表される化合物が用いられる。各蛍光体の粒子径はそれぞれの蛍光体によって異なるが、平均粒径で2 $\mu\text{m}$ ～3 $\mu\text{m}$ であり、最小粒径で0.1 $\mu\text{m}$ 、最大粒径で5 $\mu\text{m}$ 程度である。蛍光体ペーストは、各色の蛍光体粒子と有機バインダとが混合され、1500～30000センチポアズ(CP)となるように調合され、必要に応じて、界面活性剤、シリカ、分散剤(0.1～5wt%)などを添加してもよい。ここでは、ステップ1で作製した有機バインダ40～80%と各色蛍光体粒子20～60%とを3本ロールなどで混練して蛍光体ペーストを作製する。

次に、ステップ3は、ステップ2で作製した蛍光体ペーストをプラズマディスプレイパネルの背面パネル30の基板8上に形成された隔壁11間に塗布し、蛍光体層12となる蛍光体塗布膜を形成する工程である。蛍光体塗布膜を形成する方法としては、ノズルから蛍光体ペーストを吐出させながら塗布するインクジェット法や、フォトリソ法、スクリーン印刷法など種々の方法を利用することができる。

次に、ステップ4は、ステップ3で塗布された蛍光体塗布膜を乾燥し、有機溶媒を取り除く工程である。100～150℃に制御された加熱炉によって所定時間キープし、有機溶媒を取り除いている。この時、エトキシル基含有率の小さな樹脂によって形成されゲル化した数十 $\mu\text{m}$ ～数百 $\mu\text{m}$ の粒状の樹脂が、乾燥、凝縮してその大きさを減少させる。また、ゲル化した樹脂は有機溶媒が蒸発する過程で塗布膜の表層部に集まりやすくなる。

次に、ステップ5は、蛍光体塗布膜を加熱焼成して有機バインダを焼失させる焼成工程であり、蛍光体層を形成する最終工程であり、この工程によって蛍光体層12が完成する。焼成工程は連続焼成炉にて焼成温度プロファイルを変化させながら処理を行っている。図2に本実施の形態における焼成工程の温度プロファイルを示す。図2に示すように、温度プロファイルはS1からS7までのプロファイルを有している。

昇温過程S1では、ステップ4の乾燥工程で取り除かれた有機溶媒の残存分がさらに追い出される。キープステージS2では、有機バインダのうちエトキシル基含有率の大きな樹脂を焼失させる脱バイが行われる。さらにゲル化した樹脂の大きさが減少し数 $\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ となる。

次に、キープステージS4で、有機バインダのうちエトキシル基含有率の小さな樹脂を焼失させる脱バイを行い、ゲル化してそれまでの熱処理過程で数 $\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ となった樹脂を焼失させている。次にキープステージS6で残存不純物などを焼失させることによって蛍光体層を完成させることができる。なお、本実施の形態では脱バイのためにS2、S4の2つのキープステージを設けているが、キープ時間を調整することによってひとつにすることも可能である。また、S3、S5は次ステージへの昇温過程であり、S7は降温過程である

図3に、これらの工程によって隔壁11間に塗布された蛍光体ペーストの構造が変化する様子を模式的に示している。図3(a)に示すように、蛍光体ペーストが隔壁11間に塗布され蛍光体塗布膜50を形成した直後には、粒径分布が0.1~5 $\mu$ mで平均粒径が2 $\mu$ m程度の蛍光体粒子51の周囲に、樹脂と有機溶媒により形成された有機バインダ52が絡み合い、さらにエトキシル基含有率の小さな樹脂によって形成されたゲル状物質53が分布している。ゲル状物質53のサイズはこの時数十 $\mu$ m~数百 $\mu$ mと大きなサイズである。

乾燥工程と焼成工程における昇温過程S1を経た蛍光体塗布膜50は、有機溶媒が蒸発するとともにゲル状物質53が凝縮してサイズが減少する。

次に、焼成工程のS2においてエトキシル基含有率の大きな樹脂を脱バイした後の蛍光体塗布膜50は、蛍光体粒子51間の有機バインダが焼失して蛍光体粒子51が緻密に充填され、表層部54にはさらにサイズが縮小して数 $\mu$ m~数十 $\mu$ mのサイズとなったゲル状物質53が分散している。しかしながら、この場合にゲル状物質53が全て表層部54にあるとは限らず、蛍光体塗布膜50の内部にも存在している。

次に、焼成工程のキープステージS4およびS6を経た蛍光体塗布膜50は、ゲル状物質53が焼失しその領域に空洞部55を形成する。そのため、蛍光体塗布膜50の表層部54は、蛍光体粒子51の最大粒径よりも幅あるいは深さの大きな凹凸部が形成され、蛍光体の有効表面積を増加させることができる。

なお、従来の蛍光体層を形成する方法でも、蛍光体塗布膜の表面はある粗さを有しているが、その粗さは蛍光体の粒子径に依存し、実効的に表面積を増加させることは困難である。特に、最近では蛍光体の特性を向上させるために蛍光体粒子径が小さくなっているため、表層部54の粗さが小さくなり実効的な表面積は減少する傾向にあった。しかしながら、本発明によれば、蛍光体の粒子径によらず、粗さを制御することが可能であり、有機バインダを作製する際に、エトキシル基含有率と樹脂の分子量あるいはその配合を制御することで表面積を変えることが可能である。

(実施の形態2)

プラズマディスプレイパネルは、隣接する各放電セル13に1色ずつ順次配置

した赤色、緑色および青色の各色蛍光体層 1 2 の表面積を制御し、赤色、緑色および青色のバランスを取るよう設計されている場合が多い。例えば、隔壁 1 1 間隔を変えて青色の放電セル面積すなわち蛍光体表面積を大きくしたり、図 6 に示す表示電極 4 に印加するパルス数によって視感度の高い緑色の発光を抑えたり  
5 している。本発明によれば、各色の蛍光体ペーストに混入する有機物の粒径、形状、混合比率を赤色、緑色、青色の各色毎に独立に制御して各色蛍光体層 1 2 の表面積を制御することで高輝度かつ高精細で色温度の高い白色を表現できる。

図 4 は、実施の形態 2 における各色の蛍光体層の表面積を変えた背面パネルの断面図である。図 4 (a) は図 3 に示す焼成工程でのキープステージ S 2 の後の  
10 状態を示し、図 4 (b) は焼成工程終了後の状態を示す。実施の形態 2 においては、図 4 (a) に示すように、赤色蛍光体層 1 2 a、青色蛍光体層 1 2 b、緑色蛍光体層 1 2 c のそれぞれで、表層部のゲル状物質 5 3 a、5 3 b、5 3 c の数を制御している。すなわち、赤色蛍光体層 1 2 a のゲル状物質 5 3 a と緑色蛍光体層 1 2 c のゲル状物質 5 3 c に比べて、青色蛍光体層 1 2 b のゲル状物質 5 3  
15 b の数が多くなるように有機バインダを調整している。この状態で焼成工程を経ると、図 4 (b) に示すように、青色蛍光体層 1 2 b の表面積を赤色蛍光体層 1 2 a や緑色蛍光体層 1 2 c に比べて大きくすることができる。そのため、等間隔で隔壁を形成することができ背面パネル 3 0 の製造の歩留まりが向上するだけでなく、極めて視感度が高く、輝度の高いプラズマディスプレイパネルを実現する  
20 ことが可能となる。なお、ゲル状物質の数でなく、その大きさをそれぞれの色の蛍光体層で変えて、その表面積を制御できることも当然である。

なお、本発明では、ゲル状物質の焼失によって形成される凹凸部の幅あるいは深さを  $5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$  としている。そのため、使用蛍光体粒子径の最大粒子径よりも大きな凹凸部を形成することができ、実効的な表面積の増大を図ることが  
25 できている。例えば、実施の形態 2 では各色の放電セル面積を同じにして、赤色蛍光体で 1.1 倍、緑色蛍光体で 1.05 倍、青色蛍光体で 1.2 倍の表面積増加を実現し、輝度として 1.1 倍の向上を実現することができた。

#### (実施の形態 3)

なお、実施の形態 1 と実施の形態 2 では、各色の蛍光体層を形成する際に、エ



トキシシル基含有率の異なる複数の樹脂を混ぜたひとつの蛍光体ペーストを用いていた。しかしながら、蛍光体層表層部の表面積の確実な増大効果と、蛍光体層内部に空洞部を発生させないためには、蛍光体層を多層構成とすることが有効である。

- 5      すなわち、蛍光体層の下層部にはゲル状物質が形成されにくい蛍光体ペーストを用い、上層部にゲル状物質が形成されやすい蛍光体ペーストを用いることができる。図5は本発明の実施の形態3におけるプラズマディスプレイパネルの背面パネルへ蛍光体層を形成する工程図である。

- 10      図5に示すように、実施の形態3では、蛍光体塗布工程までを2つに分けている。すなわち、ステップ1～ステップ3の第1有機バインダ作製工程、第1蛍光体ペースト作製工程、第1蛍光体塗布工程と、同じく第2有機バインダ作製工程、第2蛍光体ペースト作製工程、第2蛍光体塗布工程である。第1有機バインダを用いた蛍光体ペーストは蛍光体層の下層部を形成し、第2有機バインダを用いた蛍光体ペーストは蛍光体層の上層部すなわち表層部を形成するように、2層に分けて塗布している。第1有機バインダはエトキシシル基含有率の大きいエチルセル  
15      ロースを用い、ゲル状物質が発生しないペーストを作製し、蛍光体粒子の充填密度を高めた蛍光体層を形成することができる。また、第2有機バインダには、エトキシシル基含有率の小さなエチルセルロースを用いてゲル状物質が発生しやすくしている。そのため、蛍光体層の表層部に凹凸部を発生させて、表面積を増加さ  
20      せることができる。

- 25      なお、実施の形態3では、第1有機バインダとしては、エトキシシル基含有率が48.0～49.5%のエチルセルロース20%と、 $\alpha$ -ターピネオール60%と、ブチルカルビトールアセテート20%とを加熱しながら溶解させて作製した。また、第2有機バインダとしては、エトキシシル基含有率が48.0～49.5%のエチルセルロース12%と、エトキシシル基含有率が45.0～47.0%のエチルセルロース8%との混合樹脂と、 $\alpha$ -ターピネオール60%と、ブチルカルビトールアセテート20%とを加熱しながら溶解させて作製した。また、蛍光体は実施の形態1および実施の形態2で述べたのと同様であり、ステップ3、ステップ4、ステップ5は同様の工程としている。

実施の形態3によれば、蛍光体層の下層部の蛍光体充填密度を高め、下層部の紫外線反射効果を増大させることができるとともに、表層部での表面積増大効果によってさらにパネル輝度を向上させることができる。なお、蛍光体層をさらに複数層に分けて形成することや、各色に応じて表層部の表面性を変えることも可能である。

5

以上のように、本発明の実施の形態によれば、放電セル内に隔壁よりも高さの小さい突起を設けることや、蛍光体が塗布される隔壁や誘電体層に凹凸を設ける必要がないため、簡便に蛍光体層の表面積を増加させて、輝度特性に優れたプラズマディスプレイパネルとその製造方法を提供することができる。

10